

## УДК 621.951.1

*О.М. Буковський, магістр гр. ПБ-71мп, к.т.н., доцент Шевченко В.В.*

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

### **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБРОБКИ ОТВОРІВ НЕВЕЛИКИХ РОЗМІРІВ В УМОВАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Анотація** Розглянуто високошвидкісну обробку отворів малого діаметру на виробництві, висвітлено актуальність процесу високошвидкісного свердління та розкрито його сутність. На основі високошвидкісного свердління проведено експериментальне дослідження, що підтверджує проблематику процесу обробки отворів малого діаметру.

**Ключові слова:** якість, ефективність, свердління, отвори невеликих розмірів, високошвидкісна обробка, автоматизоване виробництво, свердло, корозійно-стійкі сталі, важкооброблювальні сплави.

## **ВСТУП**

На виробництві досить часто виникає потреба виконати один або декілька отворів невеликих розмірів на деталі. Для вирішення цієї задачі допускається використання спеціально призначених для цього методів: механічний (свердління), ультразвуковий, електроерозії, оптичний (випалювання лазером) та інші, але вони не завжди виправдовують свою собівартість, тому задля підвищення продуктивності праці та точності обробки різанням в сучасному приладобудуванні не припиняють займати важливе місце традиційні методи обробки різанням.

Свердління отворів невеликих розмірів є технологічно-складним механічним процесом обробки матеріалів різанням. Незважаючи на розвиток нових технологій високоякісна обробка отворів невеликих розмірів в важкооброблювальних металах досі є проблематичною задачею. В першу чергу, це обумовлено неможливістю виконання додаткових технологічних операцій (наприклад, протяжка, розгортка та ін.) в отворах малого діаметру, а також складність обробки важкооброблювальних металів в умовах автоматизованого виробництва [1].

Іншою вагомою проблемою цього процесу є ускладнення видалення стружки із зони різання, оскільки у більшості випадків при обробці будь-якого металу вона є неперервною і тому залишається в отворі, що в подальшому спричиняє напруження та нагрівання інструмента і може спричинити поломку свердла. Окрім високої трудомісткості отримання отворів невеликих розмірів, технологи стикаються з малою стійкістю інструмента, низькою продуктивністю і нестабільною якістю отриманих поверхонь.

## **ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ**

Найпоширенішою обробкою отворів на виробництвах є свердління спіральними свердлами. Згідно режимів різання швидкість різання при свердлінні отворів невеликих розмірів є невисокою, тому отримані отвори після виконання першої технологічної операції досить низької якості. Для отримання точних отворів використовується свердління з подальшою чистовою обробкою шляхом чистового або чорнового розгортання (якщо це передбачається технологією) із дотриманням усіх необхідних розмірів отвору. Окрім того, це

потребує використання додаткового обладнання та у деяких випадках перевстановлення деталі, що обумовлює похибку при базуванні.

Відоме отримання отворів невеликих розмірів за допомогою вібраційного свердління, суть якого полягає у використанні вібрацій (низької чи високої частоти) або ультразвуку (при обробці глибоких отворів) для подрібнення стружки. Недоліком є неможливість обробки отворів діаметром до 2 мм і глибиною до 100 діаметрів. [2] При цьому характер утворення стружки і її розміри визначаються співвідношенням частоти осьових вібрацій, частоти обертання інструменту і амплітудою вібрацій.

За опублікованими даними компанії Mikron ToolEnglish було запропоноване рішення для свердління глибоких та неглибоких отворів невеликих розмірів (від 0,3 міліметра з глибиною свердління 50 діаметрів) в нержавіючих і жароміцних матеріалах [3]. Суть розробленої технології полягає у геометрії свердла з спіральною канавкою довжиною до 10 діаметрів. При цьому змазочно-охолоджуюча рідина проходять у трьох каналах подачі, що знаходяться у хвостовику і виходить на конус [4].

Отримання отворів невеликих розмірів за допомогою високошвидкісної обробки полягає в обробці отворів спеціальними свердлами на верстатах, що забезпечують високу чутливість ручної подачі, оскільки осьове зусилля зі зменшенням діаметра свердління стає незначним. Використання механічної подачі в цих випадках часто неможливо, тому що наявна мінімальна подача шпинделя верстата виявляється надмірно великою і призводить до поломки свердла. Тому отвори малих діаметрів свердлять з ручною подачею, при цьому якість свердління багато в чому залежить від кваліфікації робітника [5].

Аналіз останніх досліджень показав актуальність проблеми отримання високоякісних та високоточних отворів малих діаметрів.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ**

Свердління отворів невеликих розмірів – це окрема технологія, яка застосовується в тих випадках, коли інші способи є неефективними або взагалі не мають можливості реалізації. Свердління отворів малих діаметрів (від 0.3 - до 2 мм) має ряд особливостей, які необхідно строго дотримуватися.

Якість виконання отворів малого діаметру напряму залежить від характеристик та геометрії ріжучого інструменту (свердла). При свердлінні отворів малого діаметру, геометрія інструменту і кристалічна структура заготовки грають важливу роль в отриманні високої якості отворів, особливо великий вплив на силові фактори різання надає кут при вершині свердла  $2\varphi$ . Швидкість різання при свердлінні отворів малого діаметра зазвичай є невисокою, що призводить до низької продуктивності. Задля уникнення цього застосовується спеціальний інструмент для свердління отворів невеликих розмірів шляхом зміни його геометричних параметрів та збільшення жорсткості та стійкості різального інструменту. За геометрією свердло подібне до спірального, але збільшення його жорсткості досягається за рахунок зменшення довжини робочої частини, збільшення товщини серцевини та модуля пружності матеріалу свердла. По каналах подачі ЗОР, що розташовані в стінках свердла,

рідина підходить до різальної кромки, не зустрічаючи на своєму шляху розпечену стружку.

Альтернативою для отримання отворів невеликих розмірів є високошвидкісне різання, яке базується на теоретичному положенні фізики твердого тіла, згідно з яким при збільшенні швидкості пластичної деформації металу область останньої зменшується і метал стає більш крихким. Внаслідок цього зменшується пластична деформація, а отже кількість теплоти, що виділяється, а з нею і температура в зоні різання.

При надшвидкісному різанні, починаючи з критичного значення  $V_{кр}$ , відбувається зниження температури. Це пояснюється тим, що, починаючи з критичних значень швидкості різання, відділення зрізаного шару відбувається в результаті не пластичного, а крихкого руйнування. Спостерігається локалізація пластичних деформацій у малих об'ємах і інтенсивний розігрів контактних шарів, що приводить до зниження сил тертя. Інтенсивність зношування при звичайних і надвисоких (більших в 300 разів) швидкостях за інших рівних умов може бути однаковою або трохи більш високою в останньому випадку.

## ВИСНОВОК

Результати дослідження показали, що головною проблемою при застосуванні високошвидкісного свердління є складність видалення стружки із отвору в процесі високошвидкісного обертання свердла. Найчастіше стружка не подрібнюється і залишається в отворі, створюючи ефект ущільнення, що викликає надмірний тиск і значний нагрів свердла, що може призвести до його поломки. Підвищення якості обробки отворів невеликих розмірів шляхом високошвидкісної обробки є ефективним, надійним, точним та економічно вигідним у порівнянні з традиційними методами точіння отворів невеликих розмірів в умовах автоматизованого виробництва.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаптивная система управления / В.А. Остафьев, Тымчик Г.С., В.В. Шевченко // Механизация и автоматизация управления. – Киев, 1983, №1. – С. 18–20.
2. Обертюх Р.Р. Вібраційне свердління – ефективний спосіб отримання отворів у важкооброблюваних матеріалах. / Р.Р.Обертюх, А.В.Слабкий. // Вісник машинобудування та транспорту №2 — К. : ВНТУ 2015. — 108 с.
3. Никифоров В.М. Технология металлов и других конструкционных материалов. 9-е изд., стер. — СПб.: Политехника, 2009. — 382 с.
4. Сверление глубоких отверстий малых диаметров. Новости металлообработки. Режим доступу: <http://metal.nestormedia.com/index.pl?act=PRODUCT&id=1234/> — 15.09.2016.
5. Малов А.Н. Справочник технолога-машиностроителя. Том 1. М., Машиностроение", 1973. –695 с.

*Наук. керівник –к.т.н.,доц. Шевченко В.В.*